

# UPAYA PENERAPAN *SOURCE VALIDATION PROTOCOL* DARI *FORENSIC SCHEDULE ANALYSIS* PADA SALAH SATU PROYEK GEDUNG BERTINGKAT DI SURABAYA

Alfred Ghiannovfa<sup>1</sup>, Stephen Claudius<sup>2</sup>, Paulus Nugraha<sup>3</sup>

**ABSTRAK :** *Forensic Schedule Analysis* mengacu pada studi dan investigasi peristiwa menggunakan CPM atau metode perhitungan jadwal lain yang diakui, sebagai pemecahan keterlambatan klaim dan berpotensi untuk digunakan dalam proses hukum. Dalam *Forensic Schedule Analysis*, terdapat protokol yang dapat dilakukan saat melakukan validasi data, yang disebut *Source Validation Protocol*. *Source Validation Protocol* memberikan panduan dalam proses untuk memastikan keabsahan dari data sumber yang menjadi dasar saat mengimplementasikan metode analisa jadwal forensik. Dalam proses validasi, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjadwalan pada salah satu proyek di Surabaya. Proses validasi dengan cara menyesuaikan setiap butir dari protokol validasi dengan sumber data yang tersedia. Hasil penelitian kali ini dapat disimpulkan bahwa data penjadwalan pada proyek secara keseluruhan masih belum memenuhi setiap butir protokol validasi dari *Forensic Schedule Analysis*, kemudian dilakukan pemilihan metode yang berpotensi untuk diterapkan berdasarkan persentase sumber data dari protokol validasi antara lain *Contemporaneous Period Analysis*, *Time Impact Analysis* dan *Window Analysis*.

**KATA KUNCI :** *delay, forensic schedule analysis*, validasi, *source validation protocol*, penjadwalan.

## 1. PENDAHULUAN

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia melaksanakan masing – masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan – keterbatasan yang ada.

Dampak umum yang sering terjadi pada penjadwalan proyek adalah keterlambatan waktu pelaksanaan proyek, disamping meningkatnya biaya pelaksanaan proyek. Keterlambatan pelaksanaan proyek umumnya selalu menimbulkan akibat yang merugikan baik bagi pemilik maupun kontraktor, karena dampak keterlambatan adalah konflik dan perdebatan tentang apa dan siapa yang menjadi penyebab, juga tuntutan waktu dan biaya tambah. Oleh karena itu diperlukan analisa yang tepat untuk menghitung dan menentukan keterlambatan proyek serta pekerjaan yang mengalami penundaan. Melakukan sebuah analisa memerlukan data – data yang diakui keandalannya atau dianggap valid, sehingga memberikan hasil yang valid juga.

---

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [afed94@yahoo.com](mailto:afed94@yahoo.com)

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [fr33\\_ur\\_m1nd@ymail.com](mailto:fr33_ur_m1nd@ymail.com)

<sup>3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [pnugraha@petra.ac.id](mailto:pnugraha@petra.ac.id)

Validasi adalah suatu tindakan yang membuktikan bahwa suatu proses/metode dapat memberikan hasil yang konsisten sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dan terdokumentasi dengan baik. Penelitian kali ini akan membahas tentang cara melakukan validasi data penjadwalan berdasarkan *Source Validation Protocol* yang berpotensi digunakan untuk pemilihan metode *Forensic Schedule Analysis*.

## 2. STUDI LITERATUR

*Source Validation Protocol* memberikan panduan dalam proses untuk memastikan keabsahan dari data sumber yang menjadi dasar saat mengimplementasikan metode analisa jadwal forensik. Setiap metode analisa, bisa gagal jika input data tidak valid. Tujuan dari *Source Validation Protocol* adalah untuk meminimalkan kegagalan saat mengimplementasi metode analisa berdasarkan kelengkapan sumber data, juga untuk memaksimalkan keakuratan dari penggunaan sumber data.

*Baseline Schedule* adalah titik awal dari sebagian analisa jadwal jenis forensik. Bahkan metode yang tidak langsung menggunakan jadwal rencana, seperti metode subtraktif yang dimodelkan, sering menyebut jadwal awal/rencana sebagai waktu durasi kegiatan dan *initial schedule logic*.

*As-built Schedule* atau biasa disebut jadwal pelaksanaan, adalah salah satu sumber data yang paling penting bagi sebagian besar jenis metode analisa jadwal forensik. Seperti jadwal rencana/awal, memastikan validitas data jadwal *as-built* adalah salah satu proses yang paling penting sebelum melakukan analisa jadwal.

*Update Schedule* merupakan salah satu sumber data yang penting dalam sebagian besar metode analisa jadwal forensik. Untuk beberapa metode yang tidak memerlukan data *Update Schedule*, tetap menjadikan data *Update Schedule* sebagai referensi dalam menentukan keabsahan validasi dari analisa tersebut.

*Identification and Quantification of discrete Delay Event and Issues* membahas tentang identifikasi informasi peristiwa atau kejadian keterlambatan, aktivitas – aktivitas yang dipengaruhi akibat penundaan, dan dampak penundaan yang terjadi.

Dalam pemilihan metode analisa jadwal forensik secara substansial dipengaruhi oleh ketersediaan sumber data yang dapat divalidasi dan dapat dipercaya untuk tujuan analisa. Diperlukan ketersediaan data dokumentasi berdasarkan kelengkapan dan nilai kualitas data tersebut. Maka sebelum melakukan analisa dilakukan pengumpulan data – data, kemudian dilaksanakan protokol validasi, untuk menentukan apakah data tersebut dapat digunakan atau tidak. Setelah mendapatkan data yang valid, maka dapat dilakukan proses perencanaan analisa forensik dan dibuat rekomendasi mengenai metode yang dapat dan harus digunakan.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Obyek Penelitian

Obyek yang diteliti adalah jadwal proyek dan laporan – laporan proyek pada salah satu gedung pendidikan di Surabaya. Dengan mengumpulkan data-data penjadwalan dan laporan-laporan, kemudian melakukan validasi dan menganalisis data – data yang tersedia.

### 3.2 Metode Penelitian

Berdasarkan *AACE® International Recommended Practice No. 29R-03*, terdapat 4 jenis protokol validasi berdasarkan sumber data yang harus dilakukan sebelum menyatakan data yang tersedia dapat digunakan dalam analisa dan digunakan untuk memilih metode analisa. Validasi dilakukan dengan cara menyesuaikan sumber data yang dikumpulkan dengan 4 protokol validasi.

### 3.3 Aplikasi Metode dan Analisa

Pengelolaan data *schedule* dari *master schedule*, jadwal rencana, jadwal *update*, laporan mingguan, laporan bulanan, laporan cuaca, dan hasil wawancara. Pengelolaan menggunakan protokol validasi dari

*forensic schedule analysis*, setelah semua data telah divalidasi, kemudian akan dilakukan pemilihan metode analisa keterlambatan yang dapat digunakan berdasarkan sumber data yang tersedia.

### 3.4 Analisa

Analisa dilakukan dari hasil validasi data *schedule*, kemudian hasil akan dibandingkan dengan studi literature. Berikut beberapa hasil analisa:

1. Menginformasikan kelengkapan data–data penjadwalan, yang digunakan untuk validasi sesuai dengan *Forensic Schedule Analysis*.
2. Menginformasikan hasil validasi data – data penjadwalan sesuai dengan *source validation protocol* dalam bentuk persentase.
3. Menginformasikan tentang metode analisa yang berpotensi digunakan sesuai dengan ketersediaan sumber data yang tersedia dan terpercaya.

## 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengelolaan Data Berdasarkan *Source Validation Protocol*

Pengelolaan data dilakukan secara langsung, yaitu tanpa mengolah dan merubah data yang tersedia. Setelah data-data yang berhubungan dengan penjadwalan didapatkan, maka dilakukan prosedur validasi sesuai dengan protokol yang tersedia. Analisa data dilakukan berdasarkan masing-masing jenis data penjadwalan, kemudian analisa dilakukan sesuai dengan masing-masing butir dari protokol validasi.

#### 4.1.1 Baseline Schedule Selection, Validation, and Rectification

Untuk protokol validasi ini, data-data penjadwalan yang digunakan adalah master schedule, jadwal rencana dari *Microsoft project*, dan *catch up schedule*, serta hasil wawancara dengan pihak yang mengerti tentang penjadwalan proyek tersebut. Analisa dilakukan dengan mengecek setiap poin dari protokol validasi, kemudian memastikan data-data penjadwalan yang tersedia sesuai dengan butir validasi tersebut. Hasil analisa dapat dilihat dari **Tabel 1**.

**Tabel 1. Hasil Validasi Baseline Schedule Selection, Validation, and Rectification**

NO.	Source Validation Protocol	VALID	TIDAK VALID
<b>A.</b>	<b><i>Baseline Schedule Selection, Validation, and Rectification</i></b>		
1.	Pastikan bahwa <i>Baseline</i> tersedia pada awal proyek, sesuai rencana untuk proyek tersebut. Jika tidak, bersiaplah untuk mengidentifikasi perbedaan yang signifikan dan alasan mengapa awal proyek tidak menggunakan <i>baseline schedule</i> .	√	
2.	Pastikan bahwa WBS mempunyai detail yang cukup digunakan untuk analisa.		√
3.	Pastikan bahwa tanggal data diatur sesuai progress (notice-to-proceed) dengan tidak ada data untuk kegiatan jadwal yang terjadi setelah tanggal data.		√
4.	Pastikan bahwa ada setidaknya satu jalur kritis terus menerus, menggunakan kriteria jalan terpanjang yang dimulai pada aktivitas jadwal awal yang terjadi dalam <i>network</i> ( <i>start milestones</i> ) dan berakhir pada aktivitas terakhir pada jadwal ( <i>finish milestones</i> ).		√
5.	Pastikan bahwa semua kegiatan memiliki setidaknya satu predecessor, kecuali untuk <i>start milestone</i> , dan satu <i>sucessor</i> , kecuali untuk <i>finish milestones</i> .	√	

6.	Pastikan bahwa ruang lingkup proyek / kontrak telah diwakili dalam jadwal.	√	
7.	Selidiki dan mendokumentasikan setiap tanggal <i>milestones</i> yang melanggar ketentuan kontrak.	√	
8.	Menyelidiki dan mendokumentasikan aspek lain dari jadwal yang melanggar ketentuan kontrak.	√	
9.	Menyediakan dokumen untuk setiap perubahan yang dibuat untuk baseline untuk tujuan perbaikan.	√	
10.	Pastikan bahwa kalender yang digunakan untuk perhitungan jadwal mencerminkan kendala hari kerja yang sebenarnya pada saat jadwal awal disiapkan.	√	
11.	Menjelaskan pengaturan perangkat lunak yang digunakan untuk jadwal awal.	√	
<b>TOTAL</b>		8	3
<b>PERSENTASE VALID</b>		72.73%	

#### 4.1.2 As-Built Schedule Sources, Reconstruction, and Validation

Penelitian dilanjutkan dengan mengolah protokol validasi *As-Built Schedule Sources, Reconstruction, and Validation*, data-data digunakan adalah laporan mingguan, jadwal *action plan*, serta hasil wawancara dengan salah satu konsultan pengawas yang mengerti tentang penjadwalan proyek tersebut. Hasil validasi dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Hasil Validasi As-Built Schedule Sources, Reconstruction, and Validation**

NO.	Source Validation Protocol	VALID	TIDAK VALID
<b>B.</b>	<b><i>As-Built Schedule Sources, Reconstruction, and Validation</i></b>		
1.	Jika update jadwal adalah sumber utama dari as-built data jadwal:		
1a.	Pastikan bahwa tanggal data yang ditetapkan lebih lambat atau sama dengan peristiwa dan dampak yang akan dievaluasi dalam analisis.	√	
1b.	Memastikan bahwa semua kegiatan di sebelah kiri tanggal data yang memiliki <i>actual start</i> dan tanggal selesainya.	√	
1c.	Memastikan bahwa semua kegiatan di sebelah kanan tanggal data yang tidak memiliki <i>actual start</i> atau tanggal selesai ( <i>finish date</i> ).	√	
1d.	Melakukan pemeriksaan dari tanggal <i>as-built</i> menggunakan sumber yang dianggap paling diandalkan ( <i>reliable</i> ) selain pembaruan itu sendiri.	√	
1e.	Jika memungkinkan, wawancara scheduler proyek atau orang lain yang paling mengetahui untuk pengumpulan data <i>update</i> dan prosedur entri data untuk mengevaluasi keandalan ( <i>reliability</i> ) data.	√	

1f.	Menentukan dan mengizinkan untuk apakah perubahan yang cukup signifikan telah dilakukan untuk deskripsi aktivitas dan ID.	√	
1g.	Memahami ruang lingkup yang tepat dan asumsi yang mendasari kegiatan jadwal sehingga data <i>as-built</i> adalah refleksi dari lingkup dan asumsi yang sama.	√	
2.	Lakukan cek dari semua kegiatan kritis dan dekat jalur kritis seperti yang didefinisikan oleh RP ini dan 10% <i>random sampling</i> dari semua kegiatan terhadap sumber alternatif yang dapat diandalkan untuk menentukan apakah pemeriksaan lebih luas diperlukan. Perhatikan bahwa langkah ini mungkin harus diulang sebagai jaminan analisis berkelanjutan masuknya kegiatan yang lebih kritis atau dekat jalur kritis dari pada identifikasi asli.		√
3.	Tanggal kegiatan yang penting harus akurat untuk 1 hari kerja dan tanggal dari semua kegiatan lainnya harus akurat untuk 5 hari kerja atau kurang.	√	
4.	Tanggal kontrak seperti <i>progres</i> , <i>milestones</i> , dan tanggal penyelesaian harus akurat untuk tanggal yang tepat. Jika tanggal tersebut memiliki masalah, perbaikan untuk pemilihan tanggal harus dinyatakan dengan jelas.	√	
<b>TOTAL</b>		9	1
<b>PERSENTASE VALID</b>		90.00%	

#### 4.1.3 Schedule Updates: Validation, Rectification, and Reconstruction

Penelitian dilanjutkan dengan mengolah protokol validasi, Schedule Updates: Validation, Rectification, and Reconstruction, data-data digunakan adalah laporan mingguan, jadwal *action plan*, laporan bulanan, *site memo*, serta hasil wawancara dengan salah satu konsultan pengawas yang mengerti tentang penjadwalan proyek tersebut. Hasil validasi dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3. Hasil Validasi Schedule Updates: Validation, Rectification, and Reconstruction**

NO.	Source Validation Protocol	VALID	TIDAK VALID
<b>C.</b>	<b><i>Schedule Updates: Validation, Rectification, and Reconstruction</i></b>		
1.	Wawancara scheduler proyek atau orang paling mengetahui untuk pengumpulan data <i>update</i> dan prosedur pemasukan (entry) data untuk mengevaluasi keandalan status data.	√	
2.	Merakit semua update jadwal sehingga mereka menutupi seluruh durasi proyek dari awal sampai akhir atau sampai dengan tanggal data <i>real-time</i> saat ini.	√	
3.	Gunakan update jadwal yang diserahkan secara resmi.	√	
4.	Pastikan bahwa rantai <i>update</i> dimulai dengan dasar divalidasi.	√	

5.	Cek konsistensi yang <i>actual start</i> dan tanggal selesai ( <i>finish date</i> ) aktivitas untuk setiap kegiatan jadwal update untuk memperbarui.	√	
6.	Untuk setiap update, mengidentifikasi semua perubahan yang dibuat yang memperpanjang, mengurangi, atau mengubah jalur terpanjang atau jalur pengendalian ke kontrak <i>milestones</i> yang bersifat sementara.	√	
7.	Jika catatan progres proyek lain yang tersedia, periksa durasi dan nilai persentase yang tersisa untuk konsistensi dengan catatan-catatan kemajuan ( <i>progress</i> ) lain dan membuatnya.		√
<b>TOTAL</b>		6	1
<b>PERSENTASE VALID</b>		85.71%	

#### 4.1.4 Identification and Quantification of Discrete Delay Events and Issues

Untuk protokol validasi ini, data-data penjadwalan yang digunakan adalah *master schedule*, *site memo*, laporan curah hujan serta hasil wawancara dengan pihak yang mengerti tentang penjadwalan proyek tersebut. Analisa dilakukan dengan mengecek setiap poin dari protokol validasi, kemudian memastikan data-data penjadwalan yang tersedia sesuai dengan butir validasi tersebut. Hasil analisa dapat dilihat dari **Tabel 4**.

**Tabel 4. Hasil Validasi Identification and Quantification of Discrete Delay Events and Issues**

NO.	Source Validation Protocol	VALID	TIDAK VALID
<b>D.</b>	<b><i>Identification and Quantification of Discrete Delay Events and Issues</i></b>		
1.	Tentukan identifikasi delay dan pendekatan lain yang akan digunakan.	√	
2.	Tabulasi semua sumber data yang menyebabkan delay dan mengevaluasi masing-masing untuk keandalannya. Jika sumber dokumentasi memiliki data yang bertentangan, analis harus menggunakan sumber yang paling dapat diandalkan dan menjelaskan mengapa sumber yang digunakan dianggap paling dapat diandalkan.		√
3.	Mengidentifikasi tanggal <i>actual start</i> yang spesifik dan <i>finish date</i> aktual untuk setiap keterlambatan bersama dengan lingkup pekerjaan yang terjadi pada tanggal-tanggal dan signifikansi mereka dalam kaitannya dengan penundaan.	√	
4.	Hubungkan acara penundaan untuk aktivitas tertentu atau kegiatan dalam jadwal yang terkena delay dan menentukan apakah itu mempengaruhi jadwal kegiatan atau durasi aktivitas.	√	
5.	Mengidentifikasi, tabulasi, dan menghitung semua variasi kegiatan yang signifikan. Arti penting dari <i>Activity Level Variance</i> dilakukan pada kasus per kasus, tetapi kriteria untuk signifikansi itu dan basis mereka harus dicatat.	√	

6.	Tentukan kekritisian <i>Activity Level Variance</i> yang signifikan.	√	
7.	Tentukan penyebab dari <i>Activity Level Variance</i> yang signifikan berdasarkan korelasi acara keterlambatan untuk kegiatan seperti yang dijelaskan pada langkah nomor empat.	√	
8.	Tentukan tanggung jawab atau berdasarkan alokasi diasumsikan tanggung jawab.	√	
9.	Menghitung bagian klaim masing-masing <i>Activity Level Variance</i> yang penyebab nya telah ditentukan.		
9a.	Jika penundaan itu tidak penghentian lengkap atau tidak terus menerus sepanjang seluruh periode durasi aktivitas, mengukur durasi penundaan bersih selama jangka waktu tersebut.		√
9b.	Untuk setiap masalah delay, jika berlaku, membedakan porsi keterlambatan informasi dari kinerja aktual yang disengketakan / pekerjaan tambah ( <i>extra work</i> ).	√	
9c.	Untuk setiap peristiwa keterlambatan diskrit, mengidentifikasi aktivitas nomor ID atau nomor dari kegiatan jadwal atau kegiatan yang terkena dampak penundaan.	√	
<b>TOTAL</b>		9	2
<b>PERSENTASE VALID</b>		81.82%	

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data – data penjadwalan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan:

1. Dari 4 sumber data *source validation protocol*, masing-masing memiliki persentase validasi sebagai berikut:
  - *Baseline Schedule Selection, Validation, and Rectification* mempunyai persentase sebesar 72.73%.
  - *As-Built Schedule Sources, Reconstruction, and Validation* mempunyai persentase sebesar 90.00%.
  - *Schedule Updates: Validation, Rectification, and Reconstruction* mempunyai persentase sebesar 85.71%.
  - *Identification and Quantification of Discrete Delay Events and Issues* mempunyai persentase sebesar 81.82%.

Seperti yang diidentifikasi pada bab 4, masih ada beberapa data yang tidak tersedia atau kurang lengkap terutama pada data jadwal pelaksanaan. Ketersediaan sumber data mempengaruhi pemilihan metode analisa yang dapat digunakan jika terjadi perselisihan antar pihak yang terlibat dalam konstruksi, *claim* dari pihak yang terkait, serta keterlambatan yang mempengaruhi durasi proyek. Menanggapi hal tersebut maka memperhatikan kelengkapan data-data yang berhubungan dengan penjadwalan sangatlah penting sehingga sumber data dapat dinyatakan valid agar memberikan hasil analisa yang valid juga.

2. Melihat kelengkapan sumber data, semua butir dari protokol validasi tidak ada persentase valid sebesar 100%, maka akibatnya proses tidak dapat dilanjutkan ke tahap pemilihan metode analisa. Namun jika analisa pemilihan metode masih harus dilakukan, maka metode yang berpotensi digunakan dalam *Forensic Schedule Analysis* adalah metode 3.5 dan metode 3.8, karena jumlah persentase dari ketersediaan data *As-Built Schedule* merupakan nilai dengan persentasi tertinggi dan metode tersebut hanya berfokus pada sumber data *As-Built* sehingga dapat meminimalisir kesalahan pada analisa akibat

sumber data lain yang kurang lengkap. Dengan demikian berdasarkan Tabel 2, maka teknik analisa yang dapat diterapkan pada *Method Implementation Protocol* (MIP) 3.5 adalah *Contemporaneous Period Analysis*, *Time Impact Analysis* dan *Window Analysis*, sedangkan pada MIP 3.8 adalah *Collapsed As-Built* dan *Time Impact Analysis*.

## SARAN

1. Bagi pelaku proyek konstruksi adalah melengkapi ketersediaan sumber data penjadwalan. Seperti yang diidentifikasi pada bab 4, masih ada beberapa data yang tidak tersedia atau kurang lengkap terutama pada data jadwal pelaksanaan. Ketersediaan sumber data mempengaruhi pemilihan metode analisa yang dapat digunakan jika terjadi perselisihan antar pihak yang terlibat dalam konstruksi, *claim* dari pihak yang terkait, serta keterlambatan yang mempengaruhi durasi proyek. Menanggapi hal tersebut maka memperhatikan kelengkapan data-data yang berhubungan dengan penjadwalan sangatlah penting sehingga sumber data dapat dinyatakan valid agar memberikan hasil analisa yang valid juga.
2. Bagi penelitian selanjutnya, dapat melanjutkan penelitian tentang pemilihan metode dan cara penerapannya sesuai dengan *Method Implementation Protocols* dari *Forensic Schedule Analysis*.

## 6. DAFTAR REFERENSI

- Hoshino, K. P., et al. (2011). *Forensic Schedule Analysis* (rev. edition). AACE® International.
- Braimah, N. (2013). *Construction Delay Analysis Techniques: A Review of Application Issues and Improvement Needs*. Civil Engineering Department, School of Engineering and Design, Brunel University, 506 – 531.
- Onoforio, D. F. M. dan Hoshino, K. P. (2010). *AACE Recommended Practice for Forensic Schedule Analysis*. American Bar Association Forum on the Construction Industry: April 22.
- Kartam, S. (1999) Generic Methodology for Analysing Delay Claims. *Construction. Engineering. Management*. ASCE ,125, 409–419.
- Wickwire, J.M. (2004) Groff, M.J. Update on CPM proof of delay claims. *Sched. Update-Project Manag. Instit. Coll. Sched.* , 1, 3–9.
- Peters, T.F. (2007) Performing Forensic Delay Analyses from Deep within the Black Tent. *AACE Int. Trans.* 2, CDR.01.1–CDR.01.9.
- Alkass, S.; Mazerolle, M.; Harris, F. (1996) Construction Delay Analysis Techniques. *Construction Management Economic*. 14, 375–394.
- Ibbs, W.; Nguyen, L.D. (2007) Schedule Analysis under the Effect of Resource Allocation. *Construction. Engineering. Management ASCE* 2007, 133, 131–138.